

최근 감전재해의 발생특성과 재해원인 분석연구

최상원

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원
(2014. 1. 8. 접수 / 2014. 3. 14. 채택)

A Study on the In-depth Analysis of Cause and Characteristic for Recent Electric Shock Accident

Sang-Won Choi

Occupational Safety Research Department, Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA
(Received January 8, 2014 /Accepted March 14, 2014)

Abstract : The electric shock victims were predominantly male, and more than half of the victims were found in companies with less than five employees in terms of the scale of company, and also more than half of victims had less than one month of experience for work experience. Considering the category of industry, more than half of the victims were engaged in construction, and considering the subcategory of industries, more than 60% of electric shock victims were found in building and other construction works. This study intended to conduct an in-depth analysis on the cause of electric shock accidents to provide basic data for policy proposing taking into considering the characteristics such as the electric shock path, low voltage, grounding and protection of workers. Also this study conducted an in-depth analysis of electric shock accidents for the past eleven years taking into account the necessity of a long-term plan.
Key Words : electric shock hazard, electrical equipment, electrical safety standards, safety device

1. 서론

감전재해 역시 인적, 물적 및 환경적인 영향을 받아 발생하게 된다. 즉, 전기설비의 결함, 작업자 결함 및 주변환경(제도적 환경을 포함) 불안정으로 감전재해가 야기된다.

감전재해를 근원적으로 예방하기 위해서는 설비의 결함이 발생하지 않도록 기술적인 대책을 강구(fail safety & fool proof)하는 것이 가장 좋은 방법으로 고려되지만, 현존하는 기술의 한계점, 경제성 등을 고려하여 교육적 및 관리적 대책을 병용하고 있다.

감전재해 발생의 근본적인 문제는 활선작업이다. 전기를 공급하면서 사람이 직접 전선을 만지기 때문이다. 활선작업은 제조업 등의 생산성 등을 위하여 끊임없이 전기의 공급을 위해서 필요불가결한 것이다. 이에 따른 안전관련 장비/보호구를 사용하여야 하여야 하고 또한 안전수칙을 지켜야 한다.

본 연구에서는 감전재해에 대하여 단편적으로 당해 연도만의 재해통계를 분석하여 단기적으로 사용하였던

감전방지 대책을 장기적으로 계획을 세울 필요성이 대두되어 최근 10여 년간의 감전재해를 심층분석하였다.

심층분석한 결과는 저압에서의 감전발생 경로, 접지 문제, 근로자의 방호문제 등 감전재해의 발생특성에 따른 감전방지대책을 위하여 산업안전보건법, 산업안전보건기준에 관한 규칙의 제·개정, 안전보건기술지침의 제·개정에 활용하기 위함이다.

2. 최근 감전재해의 분석 및 특성

2.1. 분석 대상

최근 산업현장에서 발생된 감전재해의 특성을 파악하기 위하여 한국산업안전보건공단 재해통계자료 중에서 2000년부터 2011년까지 11년간의 감전통계 데이터베이스(6,343건)를 활용하였다¹⁾⁸⁾.

2.2. 분석 방법

최근 11년간의 감전재해에 대하여 월별, 시간대별, 요일별, 연령별, 성별, 사업장 규모별, 근속기간별, (대)

* Corresponding Author : Sang-Won Choi, Tel : +82-32-510-0795, E-mail : swchoi@kosha.net
Occupational Safety Research Department, Occupational Safety and Health Research Institute, 400, Jongga-ro, Jung-gu, Ulsan 681-230, Korea

(소)업종별, (대)(소)직종별, 지역별 및 국가별의 일반현황 분석과, 작업내용별, 감전형태별, 감전전압별, 감전기인물별, 재해장소별, 전격경로별, 전압형태별 및 2차재해 발생형태별의 상세분석을 하였다. 각각의 형태에서 전체재해자, 부상자 및 사망자로 구분하여 분석하였다.

2.3. 재해 특성

최근 11년간의 산업재해에서 발생한 감전재해 통계를 분석한 결과 다음과 같은 특성을 확인하였다.

- 월별 감전 재해자는 7월, 8월에서 많이 발생하였다.
- 시간대별 감전 재해자는 오전 10-12시, 오후 14-16시에서 많이 발생하였으며, 특히 18-20시 사이에서 증가 추세에 있다.
- 요일별 감전 재해자는 일요일에서 가장 낮게 발생하였다.
- 연령별 감전 재해자는 30-40대에서 높게 발생하였으며, 50대 후반에서도 증가추세에 있다.
- 성별 감전 재해자는 남성에서 전적으로 높게 발생하였다.
- 규모별 감전 재해자는 5인 미만 사업장에서 절반 이상을 차지하였다.
- 공사금액별 감전 재해자는 2,000만원 미만에서 높게 나타났다.
- 근속기간별 감전 재해자는 1개월 미만에서 절반을 점유하였다.
- 대업종별 감전 재해자는 건설업에서 절반을 상회한다.
- 소업종별 감전 재해자는 건축/기타건설공사에서 60 %를 상회한다.
- 대직종별 감전 재해자는 과거는 기능원 및 관련기능 종사자에서 많이 발생하였으나 최근에는 전문가에서 높게 나타났다.
- 소직종별 감전 재해자는 기타전기기술자에서 가장 높게 나타났다.
- 국가별 감전 재해자는 한국인이 절대 우위로 차지하였다.
- 지역별 감전 재해자는 경기도, 서울 순으로 높게 나타났다. 특히, 서울지역은 Fig. 1에서 알 수 있듯이 전체 재해율은 가장 낮음에도 불구하고 감전재해는 높게 나타났다.
- 작업내용별 감전 재해자는 전반적으로 전기공사보수에서 높게 나타났으나 최근 들어 현저한 감소추세에 있다.
- 감전형태별 감전 재해자는 합선/혼촉, 충전부접촉, 누전 순으로 발생되었다.

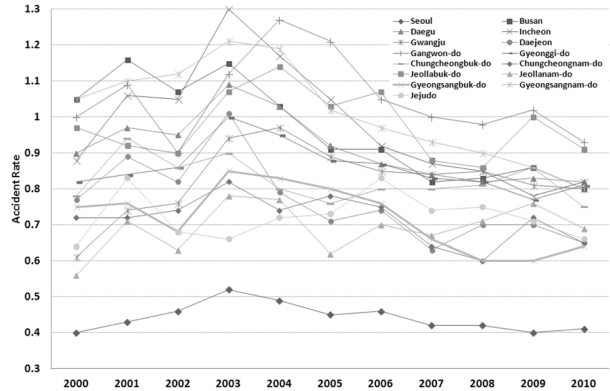


Fig. 1. Accident rate by region

- 기인물별 감전 재해자는 분배전반, 송배전선에서 꾸준히 증가하여 높게 나타났다.
- 재해장소별 감전 재해자는 공장, 공사장에서 많이 발생되었다
- 전격경로별 감전 재해자는 산업재해현황으로는 명확하게 구분하는 것은 곤란하였다.
- 전압형태별 감전 재해자는 직류보다 교류에서 전적으로 높게 발생되었다.
- 전압별 감전 재해자는 상용 저압 220 V와 배전 고전압 22,900 V에서 높게 발생되었다.
- 감전으로 인한 2차재해는 추락이 전도나 충돌에 비해 전적으로 높게 발생되었다.

3. 감전재해의 특성 및 방지 대책

3.1. 최근 감전재해 특성

Fig. 2는 전체 산업 재해를 대비 감전재해자 수의 추이를 나타낸 것이다. 감전재해자도 2004년부터 전체 산업재해율과 비슷하게 감소상태에 있다.

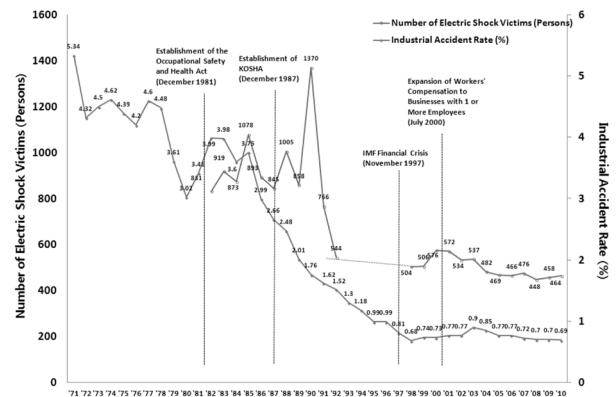


Fig. 2. Comparison between industrial accident rate and electric shock accident

우리나라 산업현장에서 발생한 감전재해자수는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 2000년을 기준으로 2008년까지 감소율은 높지 않지만 꾸준히 감소하는 추세를 보이고 있다. 감전사망자의 경우, 2000년에는 107명이 발생하였으나 2002년까지 큰 폭으로 감소한 후 이를 기점으로 다소 부침현상을 보였으나 2008년에는 52명으로 2000년 대비 50% 이상 감소하는 수치를 보이고 있다. 그러나 2002년까지 크게 감소하였다가 2005년까지는 증가 추세를 보였고 다시 급속히 감소하고 있는 상태이었으나 2011년에는 전체 감전재해자는 전년대비 약 15% 이상 감소하였음에도 불구하고 2012년에는 다시 증가하였다.

산업현장에서의 감전사망자가 크게 감소했음에도 우리나라의 감전사망률을 미국, 일본 등의 선진국과 비교할 경우, Fig. 4와 같이 근로자 1백만명당 사망자수(감전사망 백만인율=(감전사망자 수/근로자 수)×10⁶)가 수배 높다.

Fig. 5는 업종별과 감전재해자에 대한 사망률을 비교한 것이다. 감전재해 재해자 대비 사망률도 전산업 특히, 건설업보다도 약 3배 높게 나타나고 있다.

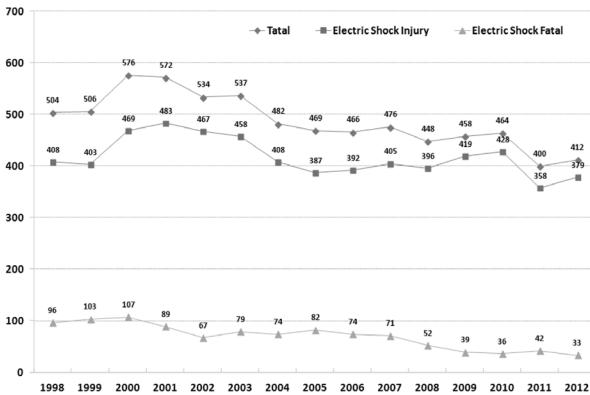


Fig. 3. Recent trend of electric shock accident

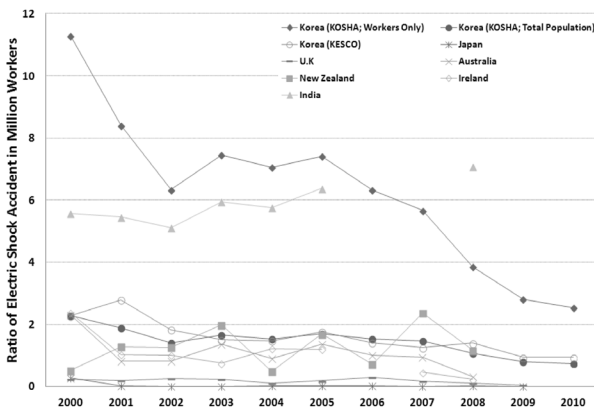


Fig. 4. Death by electric shock per million persons by country

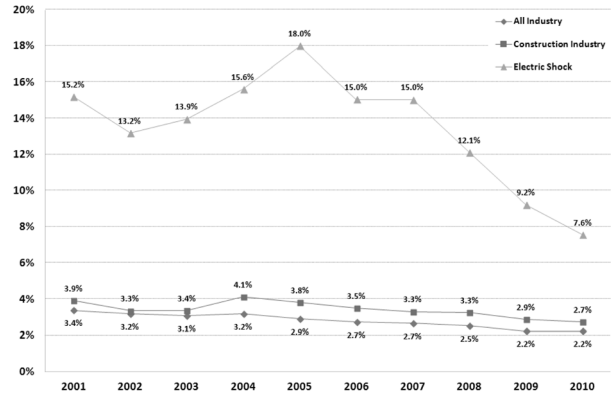


Fig. 5. Ratio of victim to fatal

3.2. 감전 방지 대책^{5),9)}

(1) 일반 유형별 분석 특징에 대한 대책

- 계절적으로는 하절기, 특히 감전 사망의 경우는 7~8월에 집중되었으며, 요일로는 월요일, 시간대별로는 10~12시, 14~16시(감전 사망은 16~18시)에 집중되는 재해는 감전 사망이 퇴근시간 직전인 16~18시에 집중된 것은 작업을 조속히 마무리하려고 안전작업 수칙을 지키지 않기 때문에 이에 대한 집중적인 교육 및 의식 전환이 필요하다고 판단된다.

- 당해 작업 또는 현장에서의 근속년수 1개월 미만 작업자에게서 재해가 집중적으로 발생하는 재해는 전기작업이 위험하고 전문적인 작업임에도 실제 현장에서는 전문 지식 및 숙련도와 무관하게 인력이 투입되기 때문에 신입/신규 작업자에 대한 사전교육이 절대적으로 필요하다.

- 전기 전문인력이 부족한 5인 미만의 소규모 제조업 및 건설 현장에서 재해가 집중되고, 제조업의 경우 화학제품제조업에서 높은 재해 발생률을 나타내는 현상은 특히, 건설업의 경우 사전에 일정시간의 안전교육을 받은 작업자만을 현장에 투입할 필요가 있다.

- 중증 장애자 수는 적은 반면 심장마비, 추락 등으로 인한 사망자가 많이 발생하는 것은 응급조치 및 추락 방지조치를 통해 감전 사망재해를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

(2) 심층 유형별 분석 특징에 대한 대책

- 작업 측면에서 볼 때 송배전 설비 및 수변전 설비에서 전기작업, 이동식 또는 고정식 전기 설비 취급작업 시 많은 재해가 발생하는 현상은 수변전 설비는 변압기와 계량기에서, 이동식 전기 설비는 핸드그라인더에서, 고정식 전기 설비는 압출기에서 많이 발생되며, 이는 작업안전 수칙 준수 및 접지/누전차단기 설치로 예방 가능하다.

- 저압 설비에서의 합선/단락 등에 의한 아크 재해가 많이 발생하는 것은 전기작업 시 안전보호구의 착용으로 재해 예방이 가능하다.

(3) 건설현장 감전방지를 위한 대책

- 전기는 물기/습기를 좋아한다(즉, 전기가 잘 통한다). 여름철 침수되었던 가전기구를 잘 건조시킨 후에 사용하는 것이 이러한 이유다. 전기가 인체로 잘 통하지 못하도록 전기설비/기기의 절연이 항상 잘되어 있어야 한다. 그러므로 특히 휴대용 전동기구와 같은 전기기구는 육안으로 전선피복이 벗겨져 있는지 확인하거나, 절연저항 측정기를 사용하여 반드시 사전점검을 실시한 후 사용하여야 한다.

- 전기설비/기기의 절연상태가 좋지 않더라도 누전 차단기를 설치하면 감전방지는 물론 새는 전기를 절약할 수 있다. 2011년 7월 대폭 개정된 산업안전보건에 관한 규칙 중 ‘전기로 인한 위험방지’의 주요 개정 중의 하나가 감전방지를 위하여 ‘대지전압 150 V를 초과하는 임시배전의 전로가 설치되는 장소에서 사용하는 이동형 또는 휴대형 전기기계·기구’에 누전차단기를 설치하는 의무를 부가한 것이므로, 감전방지를 위한 기술적 대책 중의 가장 큰 효과를 발휘할 수 있는 누전 차단기를 설치/사용/정기 확인하는 것이다. 소규모 건설현장에서는 Fig. 6과 같은 ‘휴대용 누전차단기’의 활용이 권장된다.

- 철재 외함으로 제작된 전기설비/전기기구는 접지가 되어 있는지 확인함은 물론 반드시 접지를 실시한 후 사용하여야 한다. 접지선은 청색계통이고 이러한 접지선이 대지에 접속되었는지 ‘접지 연속성’을 확인하는 것이다. 전기의 접지선은 감전방지를 위한 ‘생명선’이라고 인식되어야 한다.

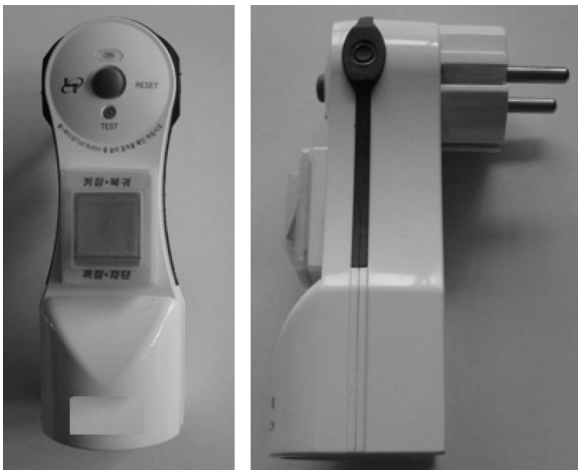


Fig. 6. Example of portable residual current device

- 여름철 생명을 잃는 대표적인 감전사고 중 하나가 침수된 곳에 전기가 흐른다는 것을 모르고 접근하다 감전사고를 당하는 경우이므로, 이를 방지하기 위해서는 침수지역을 접근하기 전에 주변 분·배전반의 스위치를 내리는 것이 중요하다.

3.3. 감전통계의 생산 및 활용성 제고¹⁰⁾

우리나라의 감전통계는 한국전력공사, 한국전기안전공사, 한국산업안전보건공단 등의 기관이 각각의 설립 목적에 따라 자료를 생산/소장하고 있다. 이외에도 관련된 기관으로 대한산업안전협회, 한국안전학회, 한국전력기술인협회, 한국전기공사협회 등이 있다.

한국전력공사의 주요 목적은 전력 공급의 안정을 도모하는 것이며, 전력 공급에 영향을 끼치면 안 되기 때문에 재해의 지점과 한국전력공사의 기술자들 및 관련자의 재해에 중점을 두며, 한국전기안전공사는 전기로 인한 재해를 예방하기 위하여 설비의 안전에 대해 중점을 둔다. 즉, 시설물의 안전에 역점을 두며, 한국산업안전보건공단은 산업재해 예방에 관한 사업을 하며, 근로자의 안전과 보건을 유지·증진하고, 사업주의 재해 예방활동을 촉진시키는 등의 업무를 하기 때문에 산업안전에 관한 정보 및 자료의 수집을 목적으로 전기재해를 분류하기 때문에 재해내용보다는 재해자 개인에 대한 정보에 중점을 둔다. Table 1은 감전재해 통계 생산 기관별 통계분석의 특징 및 분류 내용을 나타낸 것이다.

Table 1. Characteristics of statistical analysis of statistics producing organization and categorization

organization	characteristics of statistical analysis and details of categorization
Korea Electric Power Corporation	focus on power supply and demand, specific about conducting state
	accident year, accident date, accident classification, current path, place of work, workers, accident details
Korea Electrical Safety Corporation	focus on electric facilities, specific about accident status
	accident type, accident date and time, weather, company name, voltage capacity, victim's name, details of damage, details of accident, cause of accident, recurrence prevention measure
Korea Occupational Safety and Health Agency	focus on people, specific about victim's condition
	accident date, day of accident, accident time, recuperation period, disability class, date of death, date of disability, recuperation approval date, treatment date, foregone working days, date of employment, type of occupation, country, type of business, scale of workplace, cause of accident, accident classification, victim classification, construction scale, client, construction commencement/completion date, age, sex, accident form, service period, details of accident

Table 1에서와 같이 우리나라는 감전사고에 대한 자료를 생산하는 기관별로 그 내용이 다르고 일원화되지 않고 다양하다. 그러나 재해자료를 수집하는 내용은 해당 기관 모두가 만족할 수 있도록 통일화하거나 각각의 기관에서 조사/수집된 감전자료를 통합하여 재분류하는 것도 필요하다고 판단된다.

4. 결론

본 연구는 감전재해 방지를 위한 정책을 제안하는 것으로 하여, 최근 감전재해 분석에서 나타난 바와 같이 소업종별로 건축/기타건설공사에서 60%를 상회하는 감전 재해자를 감소시키기 위하여 감전재해 예방을 위한 시스템적 접근방안이 필요하다. 감전재해를 근원적으로 감소시키기 위해서는 재해통계에서 나타난 기술적, 관리적, 교육적 어느 한 분야만의 단독 접근보다는 감전재해에서도 필요한 안전의식 등을 고려한 시스템적 접근방법이 효율적이라 판단된다.

이를 위하여 정부의 감독강화, 공공기관의 기술기준의 개발을 위한 위탁 및 공동 연구를 관련단체 상호간에 필요하며, 앞으로 소규모 건설현장의 재래형 사고 예방을 위한 전기기계·기구 사용실태조사, 근로자/작업자 부재 시 전원 자동차단 시스템 개발, IT기기를 활용한 작업자의 실시간 위치확인 시스템 및 활선경보장치 개발, 전기안전문화 구축을 위한 근로자 행동 양식의 분석 연구, 감전재해를 감소하기 위한 정책·기준·제도 개선 연구, 전기시설물이나 부품에 대한 수명 예측 기준/기술 개발, 인적오류에 의한 재해의 분석 및 예방대책으로의 집중적인 연구 수행이 필요함과 동시에, 기업은 안전문화, 행동양식, 지식배양에 노력을 기울여야 한다.

아울러, 근원적인 감전재해 예방을 위하여 전기안전에 관련된 한국전력공사, 한국전기안전공사, 학계·단체 등과의 정보교류, 공동연구 등을 통하여 재해조사 및 통계 기반의 구축 등을 통하여 전기로 인한 감전은 물론 화재를 예방하는 방안도 고려된다.

References

- 1) B. -H. Ryu, et. al., "The Development of KOSHA-ESAP(Electric Shock Analysis Program) and Electric Shock Protection Devices", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 5-35, 2007.
- 2) B. -H. Ryu, H. -S. Kim, W. -J. Jung, and S. -W. Lee, "Electric Shock Prevention Measures for Low Voltage Electrical Facilities", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 3-26, 2009.
- 3) B. -H. Ryu, "Enhancement of the Effectiveness for Electrical Regulation at Works - Focuss on Safety Standards Related Electrical Work-", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 13-24, 2009.
- 4) S. -W. Lee, H. -S. Kim and Y. -S. Hong, "Development of Risk Assessment Model for Live-line Works", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 8-34, 2010.
- 5) S. -W. Choi and Y. -S. Hong, "Research on In-depth Analysis of Cause and Characteristic for Recent Electric Shock Accident", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 5-17, 31-42, 2012.
- 6) S. -W. Choi and E. -C. Jung, "Occurrence Characteristics of Resent Electric Shock Disaster", Spring Conference of The Korean Society of Safety, p.11, 2012.
- 7) S. -W. Choi and H. -M. Kwon, "Occurrence Characteristics of Recent Electric Shock Disaster-2", Fall Conference of The Korean Society of Safety, p.43, 2012.
- 8) Analysis of Industrial Accidents, Ministry of Employment and Labor, 2000~2011.
- 9) S. -W. Choi, "Electric Shock Hazard Prevention During Summer by Analysis Electric Shock Accidents", Vol. 6 No. 4, pp.52-53, OSH Research Brief, 2012.
- 10) J. -H. Kim, "Reducing Deaths with a Focus on Electrical Safety", Vol. 4 No. 8, pp. 36-45, OSH Research Brief, 2010.